

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>6</sup>

A62B 11/00

## [12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 98241290.8

[45]授权公告日 1999年12月1日

[11]授权公告号 CN 2351151Y

[22]申请日 98.10.16 [24]颁证日 99.10.30

[73]专利权人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区白石桥路7号

共同专利权人 中国人民解放军57605部队

[72]设计人 惠和兴 高学先 崔 秘

夏金富 阎克平 孔劲媛

[21]申请号 98241290.8

[74]专利代理机构 中国人民解放军防化研究院专利代理

事务所

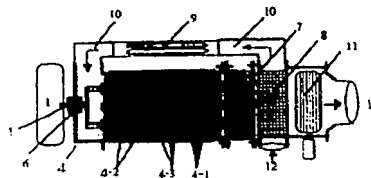
代理人 刘永盛 李广文

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图页数 3 页

[54]实用新型名称 床式放电等离子体空气净化器

[57]摘要

一种低温等离子体空气净化器,它主要包括床式放电等离子体反应器和催化剂层、高频高压电源、加热器、热交换器、风机和壳体。其中床式介质放电等离子体反应器由一个或多个放电反应管并联而成,在放电反应管内装填介质或催化剂。在床式放电等离子体反应器后设催化剂层。放电管中的催化剂与放电反应后的催化剂可以相同,也可以不同。该净化器能有效地除去气体中的多种有害组分,如  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ , VOCs 等。



ISSN 1008-4274

专利文献出版社出版

## 权 利 要 求 书

---

1. 一种空气净化器，其特征是净化器主要由热交换器、加热器、放电反应器、催化层依次连接而成，气体经过预热后，有害化合物在低温等离子体和催化剂的共同作用下发生转化，被催化层催化吸收。
2. 根据权利要求 1 所述的净化器，其特征是床式放电反应器是由一个或多个放电反应管并联构成，放电反应管由高压极、地电极、石英管和介质或催化剂构成；介质或催化剂装填在石英管和高压极之间。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的净化器，其特征是介质或催化剂为圆柱体、球体或其它形状的颗粒材料，介质的相对介电常数大于 3；催化剂是在介质材料上负载贵金属或贵金属氧化物的负载型催化剂；介质和催化剂可以单独使用，也可以混合使用。
4. 根据权利要求 1 所述的净化器，其特征是催化层可以选用与放电反应管中类型相同的催化剂，也可以选用含碱吸收剂，或将催化剂和吸收剂分层或混合装填。
5. 根据权利要求 1 或 2 所述的净化器，其特征是放电反应器的电极结构是平板型、圆筒型等，高压金属电极的结构为圆柱线、棱形线、星星线等。
6. 根据权利要求 1 所述的净化器，其特征是高频高压电源由谐振电路和高压变压器组成，电压在 2~30kV 之间，频率在 50Hz~50kHz 之间，电压波形为方波、三角波及正弦波等，高频高压电源经绝缘子由高压引线与高压电极相连，高压电源与反应器负载之间采用谐振式供电。
7. 根据权利要求 1 所述的净化器，其特征是催化剂层可根据条件进行使用和安装，若少量的氮氧化物和臭氧可以排放时，催化剂层可以不用；如采用低温催化剂，可以将催化剂层安装在热交换器之后。
8. 根据权利要求 1 所述的净化器，其特征是在净化易被放电反应器分解的有害气体时，放电反应所需的温度可由放电反应过程中产生的热量来维持，加热器和热交换器可以不用。

# 说明书

---

## 床式放电等离子体空气净化器

本实用新型是一种利用床式放电反应器产生低温等离子体与催化剂共同作用去除空气中的有害组份的净化器。该净化器可有效地用于室内空气净化，去除空气中的多种有害气体如  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{NH}_3$ 、VOCs，特别适合于  $\text{CH}_4$ 、CFC 类这些用常用的方法难以治理的有害气体。

目前，用于消除空气中有害化合物的空气净化器一般采用吸附、吸收和催化燃烧的原理。吸附或吸收对于  $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{NH}(\text{CH}_3)_2$  等的治理都不难实现，但是吸附或吸收对于  $\text{CH}_4$  和小分子 CFC 消除很不经济。催化燃烧是治理有机有害气体的常用方法，但是，即使使用低温催化剂， $\text{CH}_4$  的起燃温度也在  $300^\circ\text{C}$  以上，完全转化温度达  $470^\circ\text{C}$  左右，特别是当  $\text{CH}_4$  的浓度很低（含量小于 1%）时，催化燃烧较难实现。

本实用新型的目的是提供一种在较低的使用温度下对甲烷等有较好的净化效果的空气净化器。利用床式介质放电反应器产生的低温等离子体与催化剂的共同作用，在低于催化氧化所需的温度条件下很好地消除甲烷，同时消除多种有害气体。

本实用新型的目的是这样实现的：净化器主要由热交换器（8）、加热器（9）、床式放电反应器（4）、催化剂层（7）和风机（11）依次连接而成，待净化气体经进风口（12）进入热交换器（8），与反应后的气体发生热交换后温度升高，再经风道（10）进入加热器（9），在加热器（9）中气体被加热后进入床式放电反应器（4）中，在放电反应器中， $\text{CH}_4$  等被转化为酸性气体（如  $\text{CO}_2$ ）和水，经过催化剂层（7）去除可能产

生的少量的氮氧化物等有害气体，再进入热交换器（8）进行热量回收，气体的温度降低，完成净化。

放电反应器可以设计成多种形式，其电极结构为平板型、圆筒型等，如图2所示是一种板式结构。本实用新型以床式放电反应器为例进行描述。床式放电反应器（4）如图1所示，由一个或多个放电反应管并联构成。放电反应管由高压电极（4-2）、地电极（4-3）、石英管和颗粒状介质材料或催化剂（4-1）组成。介质或催化剂材料（4-1）装填在石英管与高压电极之间。电极间距小于100mm，放电反应管的长度小于1800mm。高压电极（4-2）通常由不锈钢材料制成，其结构为图3所示的星星线、棱形线或圆柱线等不同的结构。石英管起放电阻挡层的作用，介质材料或催化剂（4-1）可以是圆柱形、球形或其它各种形状的颗粒，粒径大小在1-8mm之间。介质材料为BaTiO<sub>3</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>等各种介质材料，介电常数大于3。催化剂为在介质材料上负载了活性组份的负载型催化剂，活性组份为Pd、Pt、Ni、Cr、Rh、Mn等稀土元素或其氧化物中的一种或多种。

放电反应管的高压电极（4-2）和地电极（4-3）分别与高频高压电源的正负极相连接。高压高频电源（1）由谐振电路和高压变压器组成，其工作频率可根据反应器的大小在低频50Hz和高频50kHz间选用，电压在2-30kV之间选用，电压波形为方波、三角波及正弦波等，高压电源（1）与反应器采用谐振式供电，高压经绝缘子（6）、高压引线（5）连至高压电极（4-2），电极表面功率密度小于30kW/m<sup>2</sup>。

催化剂层（7）可选用催化剂或含碱吸收剂、或由催化剂与吸收剂混合或分层装填而成，催化剂可以与放电反应器（4）内选用的催化剂（4-1）相同，也可以选用其它催化剂如霍加拉特剂等，其作用是将放电反应可能产生的少量的CO转化为CO<sub>2</sub>。吸收剂可以选用浸渍有碱（如KOH、NaOH、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>或K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>等）的各种吸附材料。

催化剂层（7）与热交换器（8）可根据催化剂层（7）的使用条件进行安装，即若使用低温催化剂，催化剂层（7）可布置在热交换器（8）之后。若少量的副产物NO<sub>x</sub>和O<sub>3</sub>可以排放时，催化剂层（7）可以不用。

加热器（9）、热交换器（8）和风机根据空气净化器设计风量的大小选用或专门设计加工。

该净化器对一些有机气体（如CH<sub>4</sub>、C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>3</sub>等）的分解，温度越高，分解效果越好，

利用加热器可提高气体及放电反应器的温度。另外一些气体（如  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CFC}$ ,  $\text{FH}$  等）, 易被放电反应器分解, 介质或催化材料（4-1）的温度不需要很高, 可以由放电过程中产生的热量来维持, 加热器（9）和热交换器（7）可不用。对一些含  $\text{Cl}$  的有害气体, 气体中的水分对处理效果影响很大, 有时要加一预处理器, 控制气体的成份。在处理高浓度的有机气体时, 需要在加热器后, 反应器附近安装防爆器。

实例 1.  $\text{CH}_4$  分解实验, 床式介质放电反应器由一个放电反应管构成, 放电反应管长 230mm, 高压电极直径 36mm, 地电极直径 54mm, 放电反应器中装填直径为 4mm 的球形  $\text{Pd}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  催化剂。催化剂层（7）由霍加拉特剂和含 5% 的  $\text{KOH}$  的活性炭分层复合装填而成, 层高分别为 35mm 和 25mm。  $\text{CH}_4$  的含量用气相色谱测定。  $\text{CH}_4$  的初浓度为 150 ~ 450ppm, 气体流量为 1.5 ~ 6 $\text{Nm}^3/\text{h}$  反应器温度为 250 ~ 310  $^\circ\text{C}$ , 产物为  $\text{CO}_2$  和  $\text{H}_2\text{O}$ 。实验结果见图 4。符号圆点表示气流预热, 三角形表示气流不预热。预热时  $\text{CH}_4$  的转化率高于不预热时的  $\text{CH}_4$  的转化率; 反应器温度的增高, 分解率、能量产额增大; 放电功率的增大, 分解率也增大。

实例 2.  $\text{H}_2\text{S}$  去除实验, 反应器的大小和装填的催化剂（4-1）及催化剂层（7）与实例 1 相同。  $\text{H}_2\text{S}$  的初浓度为 6.8ppm, 气流量 4.7 $\text{Nm}^3/\text{h}$ , 放电功率为 100W, 反应器表面温度为 138  $^\circ\text{C}$ , 放电反应器尾气中  $\text{H}_2\text{S}$  的浓度为 0.75ppm, 催化剂层（7）后气流中的  $\text{H}_2\text{S}$  浓度为 0ppm, 放电反应器净化效率和净化器总净化效率分别为 88.9% 和 100 %。

实例 3.  $\text{NH}(\text{CH}_3)_2$  去除实验, 反应器的大小和装填的催化剂（4-1）及催化剂层（7）与实例一相同。  $\text{NH}(\text{CH}_3)_2$  的初浓度为 14.78ppm, 气流量为 5 $\text{Nm}^3/\text{h}$  放电功率为 100W, 放电反应器表面温度为 140  $^\circ\text{C}$ , 放电反应器尾气中和催化剂层（7）后的气流中的  $\text{NH}(\text{CH}_3)_2$  的浓度分别为 0.45ppm 和 0ppm, 放电反应器的净化效率为 99.6 %, 净化器总效率为 100 %。

图 1 床式放电等离子体空气净化器示意图

1 - 高频高压电源 4 - 床式放电反应器 4-1 - 介质或催化剂 4-2 - 高压电极 4-3 - 地电极 5 - 高压接线 6 - 绝缘层 7 - 催化剂层 8 - 热交换器 9 - 加热器 10 - 风道 11 - 风机 12 - 进风口 13 - 排风口

图2 板式放电反应器

1 - 高压电极    2 - 地电极    3 - 绝缘介质

图3 几种高压电极图

1 - 星星线    2 - 棱形线    3 - 圆柱线

图4 甲烷分解实验结果

说明书附图

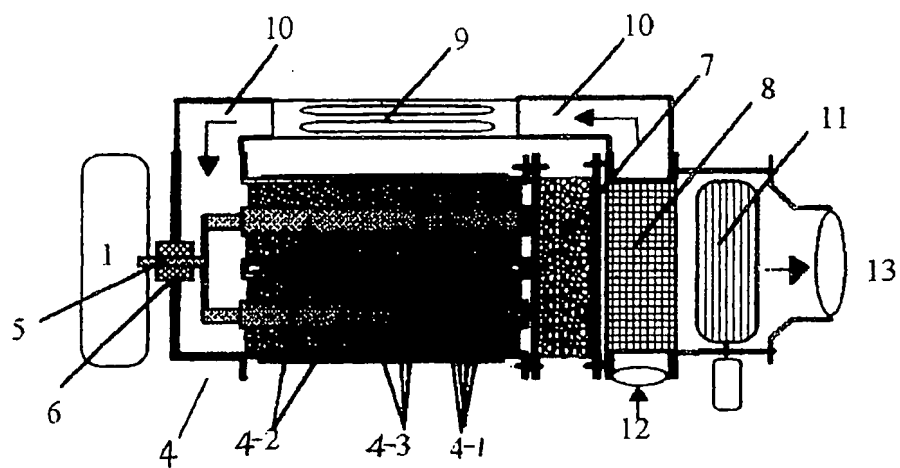


图 1

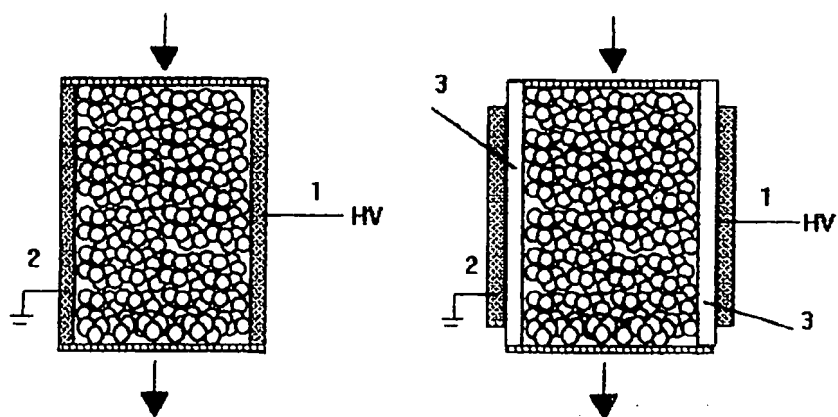


图2

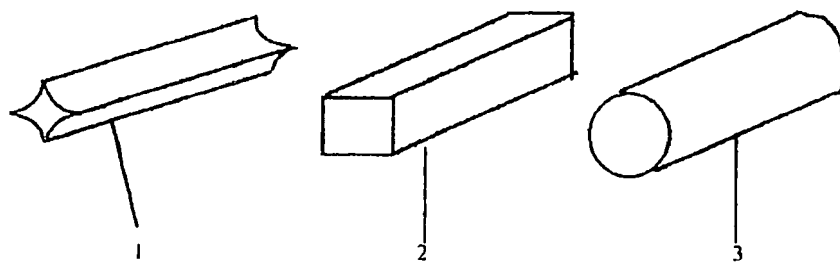


图3



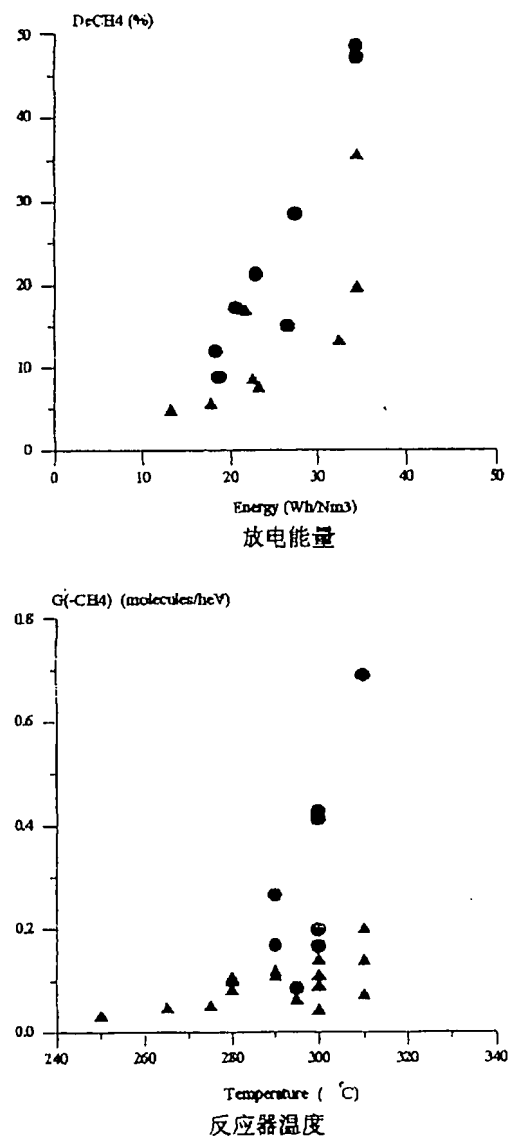


图 4